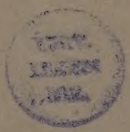
DIE BEHANDLUNG VON RHYTHMUSSTÖRUNGEN DES MENSCHLICHEN HERZENS MIT PERMANENTEN HERZSCHRITTMACHERSYSTEMEN – METHODISCHE GRUNDLAGEN UND THERAPIEERGEBNISSE BEI 1512 SCHRITTMACHERIMPLANTATIONEN DER II. CHIRURGISCHEN KLINIK AUGSBURG

Manfred Teuber

Diss. München
1983



Sofortdruck-Center Blasaditsch GmbH & Co KG · Kitzenmarkt 28 · 8900 Augsburg · Tel. (0821)518563

Aus der II. Chirurgischen Klinik des Krankenhauszweckverbandes Augsburg, Lehrkrankenhaus der Universität München

Leiter: Professor Dr. F. Baumgartl

DIE BEHANDLUNG VON RHYTHMUSSTÖRUNGEN DES MENSCHLICHEN HERZENS MIT PERMANENTEN HERZSCHRITTMACHERSYSTEMEN - METHODISCHE GRUNDLAGEN UND THERAPIEERGEBNISSE BEI 1512 SCHRITTMACHERIMPLANTATIONEN DER II. CHIRURGISCHEN KLINIK AUGSBURG

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Manfred Teuber
aus
Friedberg

München 1983

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Professor Dr. med. F. Baumgartl
Mitberichterstatter:	Professor Dr. med. G. Riecker
Dekan:	Professor Dr. med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 5. Juli 1983

Für die freundliche Überlassung des Themas und die hilfreichen Hinweise zur Erstellung der Arbeit darf ich Herrn Professor Dr. Franz Baumgartl danken.

Herrn Dr. Ing. Ekkehard Wilde, dem Leiter des Rechenzentrums am Zentralklinikum Augsburg, sowie allen seinen Mitarbeitern, insbesondere Herrn Erich Siegl für seine ausdauernde Betreuung beim Aufstellen von Rechenprogrammen, danke ich an dieser Stelle vielmals.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. med. Thomas Riemensperger, II. Chirurgische Klinik Augsburg, der mir mit fortwährender Hilfsbereitschaft bei jedem Problem zur Seite stand.

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet

Die Behandlung von Rhythmusstörungen des menschlichen Herzens mit permanenten Herzschrittmachersystemen - Methodische Grundlagen und Therapieergebnisse bei 1512 Schrittmacherimplantationen der II. Chirurgischen Klinik Augsburg

Inhaltsverzeichnis

Einleitung 1

1. Operationstechnik der Schrittmacherimplantation und ihre Komplikationen 2

1.1. Eigenes Patientengut; Methodik 2

1.1.1. Indikationsstellung und Therapie 3

1.1.2. Indikationen 4

1.1.3. Alters- und Geschlechtsverteilung; Implantationshäufigkeit 7

1.1.4. Operative Eingriffe 9

1.1.5. Komplikationen 9

1.1.6. Schrittmachermodelle und Stimulationsdauer 12

1.1.7. Letalität, Prognose, Todesursachen 15

1.2. Transvenöse Elektrodenapplikation und ihre intraoperativen Komplikationen 20

1.2.1. V. jugularis externa (interna) dextra/sinistra als Zugang 20

1.2.2. V. cephalica dextra/sinistra als zugang 21

1.2.3. Intrakardiale Applikation der Schrittmacherelektrode 21

1.2.4. Versenkung des Generators 22

1.2.5. Intraoperative Komplikationen der transvenösen Methode 22

1.2.5.1. Asystolie 22

1.2.5.2. Kammerflimmern, Kammerflattern 23

1.2.5.3. Herzwandperforation 23

1.2.5.4. Zucken des M. pectoralis 24

1.2.5.5. Zwerchfellkontraktionen 24

1.3. Myo-epikardiale Elektrodenapplikation und ihre intraoperativen Komplikationen 25

1.3.1. Extrapleurale Perikardiotomie nach REED 25

1.3.2. Pericardiotomia inferior transversalis 26

1.3.3. Intraoperative Komplikationen der Methode 26

1.4. Postoperative Komplikationen 28

1.4.1. Komplikationen durch Infektion, Nekrosen u.ä. 28

1.4.1.1. Primäre und sekundäre Infektionen, Drucknekrosen 28

1.4.1.2. Wundheilungsstörungen, Sepsis 29

1.4.1.3. Muskelstimulationen 29

1.4.1.4. Pulmonale Komplikationen; Pneumothorax 31

1.4.1.5. Störungen der Schrittmacherfunktion 32

1.4.2. Komplikationen durch die Elektrode 33

1.4.2.1. Elektrodendislokation 33

1.4.2.2. Elektrodenbrüche, Isolationsdefekte 36

1.4.3. Komplikationen durch technische Defekte 37

1.4.3.1. Reizschwellenänderung - Exit bloc - Entrance bloc 38

1.4.3.2. Versagen des Impulsgebers 39

1.4.3.3. Einfluß elektrischer Energie 41

2. Zusammenfassung 43

Literaturverzeichnis 44

Lebenslauf 48

Einleitung

Bradykarde wie tachykarde Herzrhythmusstörungen in ihren mannigfaltigen Formen gelten als gefürchtete Komplikationen zahlreicher Erkrankungen, häufig sind sie Ursache eines zum Tode führenden Krankheitsverlaufes. Ansätze medikamentöser Therapie führen nicht zum gewünschten dauerhaften Erfolg, so daß der implantierbare elektrische Herzschrittmacher hier ein breites therapeutisches Feld erobert hat.

Obwohl die Anwendung elektrischer Stromstöße bereits in den Schriften der Royal Society in ihrem Gründungsjahr 1774 erwähnt wurde, erlangte der "künstliche Schrittmacher" klinische Bedeutung erst durch Berichte ZOLL's im Jahre 1952 über Wiederbelebung durch externe Elektrostimulation beim Herzstillstand (39).
Fortwährende technische Weiterentwicklungen setzten mit der Herstellung eines implantierbaren Schrittmachersystems einen Wendepunkt in der Therapie des Herzblocks: Diese Methode erlaubt eine Rehabilitation der Patienten in ihre gewohnte Arbeitswelt und nimmt ihnen die dauernde Angst vor den bislang immer wieder drohenden Gefahren ihrer Erkrankung. Sie bedeutet für die meisten Patienten mit bradykarden Rhythmusstörungen eine Lebensverlängerung und eine Erleichterung ihrer Krankheitssituation.
Auch in vielen Fällen von medikamentös therapieresistenten Tachykardien wurden in den letzten Jahren wichtige praktische Fortschritte mit der Anwendung von bleibenden Herzschrittmachern erzielt.

In der II. Chirurgischen Klinik des Krankenhauszweckverbandes Augsburg wurden seit 1967 mehr als 1500 Schrittmacher implantiert. Die vorliegende Arbeit soll dieses Krankengut bezüglich Indikationsstellung, Operationsmethode und Ergebnissen mit den in der Weltliteratur mitgeteilten Ergebnissen vergleichen.

1. Die Operationstechnik der Schrittmacherimplantation und ihre Komplikationen

1.1. Eigenes Patientengut; Methodik

Das erste permanente Schrittmachersystem wurde an der II. Chirurgischen Klinik Augsburg am 25.7.1967 eingebaut. Der Stichtag für die letzte Implantation des Beobachtungszeitraumes wird auf den 31.12.1979 festgelegt. Damit umfaßt die Studie einen klinischen Beobachtungs- und Erfahrungszeitraum von 149 Monaten oder nahezu 13 Jahren.

Führende Implantationsmethode ist die subpektorale Schrittmacherposition bei transvenöser Elektrodenapplikation. In Lokalanästhesie wurde die Elektrode früher über eine Halsvene, jetzt, wenn möglich über die Vena cephalica, eingeführt und unter Bildwandlerkontrolle in den rechten Ventrikel vorgeschoben. Intraoperative Reizschwellenmessungen helfen die günstigste Lage zu finden.

Vom 25.7.1967 bis 31.12.1979 wurden 1159 Patienten behandelt; 1143 erhielten erstmals einen Schrittmacher, 16 Patienten wurden mit außer Haus angelegtem Schrittmacher hier weiterversorgt. 369 Generatorwechsel wurden durchgeführt, 418 mal mußte ein Revisionseingriff erfolgen, so daß insgesamt 1930 Eingriffe vorgenommen wurden.

Bei den Erstimplantationen wurden 1132 Patienten transvenös stimuliert, bei 11 Patienten wurde eine Myokardelektrode mit der Methode nach REED am Herzen befestigt. Wegen mangelhafter Dauerstimulation erfolgte in 30 Fällen ein Wechsel von transvenöser Stimulation zu myokardialer, wobei 26 mal der Zugang nach REED, je zweimal eine anterolaterale Thorakotomie (1971, 1976) und eine Pericardiotomia inferior longitudinalis (1974, 1976) gewählt wurden. Der Wechsel von der Myokardelektrode zur transvenösen erfolgte nur einmal.

Zu den Komplikationen werden alle medizinischen Maßnahmen gerechnet, die bei und nach Schrittmacherimplantation zur Aufrechterhaltung der Pacemakerfunktion zusätzlich notwendig wurden. Kausal sowie zeitlich von der Implatation unabhängige Erkrankungen gelten nicht als Komplikationen.

Die Ergebnisse der ersten Jahre sind größtenteils durch die rasch verbesserten Methoden in ihrer Aktualität überholt, was bei ihrer Interpretation berücksichtigt werden muß. Andererseits spiegelt sich bei der Darstellung und Kommentierung des Zahlenmaterials einer so großen Patientenübersicht die Weiterentwicklung aller an dieser Behandlungsmethode beteiligten Einzelbereiche wider.

1.1.1. Indikationsstellung und Therapie

Die Aufnahme akut lebensgefährdeter Patienten erfolgt durch den Notarzt. Vom diensthabenden Arzt der Klinik wird die Erstversorgung mit einem externen Schrittmacher durchgeführt. Nach Bestätigung der Diagnose auf der kardiologischen Abteilung der Medizinischen Klinik erfolgt die Implatation des permanenten Schrittmachersystems in der Chirurgischen Klinik.

Der größte Teil des Patientenguts resultiert aus der Schrittmacherambulanz der Medizinischen Kliniken. Hier werden nicht akut gefährdete Patienten vom Hausarzt vorgestellt und nach entsprechender Vordiagnostik von der Chirurgischen Klinik übernommen. Ein anderer Teil der Patienten erwächst aus der konsiliarischen kardiologischen Betreuung anderer Kliniken, die nicht über die Möglichkeit zur operativen Schrittmacherversorgung ihrer Patienten verfügen. Diese Patienten kommen mit der Indikationsstellung an die Chirurgische Klinik und werden kurze Zeit nach dem operativen Eingriff an ihre Heimatklinik rückverlegt.

Die Betreuung und Überwachung aller Patienten übernimmt die

Schrittmacherambulanz der Medizinischen Klinik I. Generatorwechsel erfolgen großenteils ambulant. Hat der behandelnde Hausarzt oder die Schrittmacherambulanz bei den routinemäßig durchgeführten Kontrolluntersuchungen Hinweise auf eine beginnende Batterieerschöpfung festgestellt, wird telefonisch ein Termin für den Eingriff vereinbart. Die notwendigen Unterlagen (kurzer Bericht, EKG) werden der Chirurgischen Klinik zugeleitet. Der Patient erscheint dann zum vereinbarten Termin nüchtern in der Klinik, wird nach komplikationslosem Generatorwechsel für einige Stunden beobachtet und kann zur weiteren Betreuung zum Hausarzt überwiesen werden, der auch die Fäden entfernt. Die erste Überprüfung des Aggregats nach acht Wochen übernimmt die Schrittmacherambulanz der Medizinischen Klinik I. Weitere Kontrollen folgen innerhalb der ersten zwei Jahre nach Implantation eines neuen Gerätes bzw. nach einem Generatorwechsel in halbjährlichen Abständen. Danach werden die Inspektionen in immer kürzeren auf den Patienten ausgerichteten Abständen durchgeführt.

Jeder Patient erhält einen Schrittmacherausweis, in dem Diagnose, Implantationsdatum, Charakteristika des verwendeten Schrittmachertyps sowie die Kontrolltermine vermerkt sind. Der Patient wird angehalten, eine tägliche Pulszählung über eine volle Minute vorzunehmen und sich bei irgendwelchen Störungen oder auffälligen subjektiven Mißempfingungen, auch außerhalb der vereinbarten Kontrolltermine, sofort in der Ambulanz einzufinden.

1.1.2. Indikationen

Aufgrund der erweiterten Indikationsstellung zur Schrittmacherimplantation auf alle Patienten mit entsprechender Symptomatik, ist die Anzahl der Patienten mit digitalisbedürftiger Bradykardie überproportional angestiegen. Sie nimmt mit 32,5 % den ersten Rang aller Patienten ein. Die weiteren Indikationen zeigt Tabelle 1.

	Anzahl M	Anzahl W	Gesamt	%	mittleres Lebensalter Jahre
Adam-Stokes-Anfälle (ASA)	126	131	257	22,5	71,0
Digitalisbedürftige Braykardie	191	180	371	32,5	72,4
AV Block III	98	107	205	17,9	71,5
AV Block II	35	36	71	6,2	72,5
Bradyarrhythmia absoluta	97	124	221	19,4	73,2
Sick Sinus Syndrom	80	90	170	14,9	67,7
Hypersensibler Carotissinus	78	21	99	8,7	69,8
Faszikuläre Leitungsstörungen	40	23	63	5,5	70,9
sinuaurikulärer Block	7	12	19	1,7	70,8

Tab. 1: Indikationen bei 1143 Erstimplantationen; kombinierte Indikationsstellungen.

Adam-Stokes-Anfälle traten in 41 Fällen (3,6 %) bei AV-Block III auf, 35 mal (3,1 %) waren sie mit digitalisbedürftiger Bradykardie kombiniert und 24 Patienten (2,1 %) hatten Adam-Stokes-Anfälle bei bestehender absoluter Bradyarrhythmie erlitten.

Tabelle 2 zeigt Indikationen an, die allein zur Implantation eines Schrittmachers führten.

	Anzahl	Prozent
Digitalisbedürftige Bradykardie	244	21,4
Bradyarrhythmia absoluta	136	11,9
Sick Sinus Syndrom	110	9,6
AV-Block III	99	8,7
Hypersensibler Carotissinus	69	6,0
Adams-Stokes-Anfälle	49	4,3
Faszikuläre Leitungsstörungen	32	2,8
AV-Block II	20	1,8
Sinuaurikulärer Block	5	0,4

Tab. 2: Indikationen bei 1143 Erstimplantationen; Verteilung nach isolierten Indikationsgruppen.

Bei vielen Patienten bestand vor der Implantation eines Schrittmachers von seiten des Herzens ein zusätzliches Risiko; dennoch konnte bei allen Patienten die geplante Operation durchgeführt werden (Tab. 3).

	Anzahl ♂	Anzahl ♀	Gesamt	%	durchschn. Lebensalter in Jahren
Aortenklappenersatz	1	0	1	0,1	45,9
Aortenmitralvitium	1	3	4	0,4	68,2
Aortenvitium	2	0	2	0,2	71,7
Chronic conduction disease	1	0	1	0,1	65,9
Cor bovinum	0	1	1	0,1	74,2
Infarkt	24	16	40	3,5	69,5
Mitralvitium	2	5	7	0,6	63,7
Situs inversus completus	1	1	2	0,2	62,4
Tricuspidalinsuffizienz	0	1	1	0,1	65,9
Offenes foramen ovale	0	1	1	0,1	68,7
Coronararterienthrombose	1	1	2	0,2	65,8

Tab. 3: Herzerkrankungen bei 62 Patienten vor Schrittmacherimplantation bei 1143 Erstimplantationen.

1.1.3. Alters- und Geschlechtsverteilung; Implantationshäufigkeit von 1967 bis 1979

Die graphische Darstellung (Abb. 1) zeigt Alters- und Geschlechtsverteilung der Patienten zum Zeitpunkt der Erstimplantation. Zwei Patienten waren am Tage des Ersteingriffs unter 30 Jahre, vier Patienten (drei Männer, eine Frau) über 90 Jahre alt.

Übereinstimmend mit anderen Untersuchungen liegt das Maximum der Alterskurven bei beiden Geschlechtern (n = 546) zwischen 70 und 80 Jahren (269 Männer, 277 Frauen) (3, 34).

Das errechnete Durchschnittsalter aller Patienten zum Zeitpunkt der Schrittmachererstimplantation beträgt 71,3 Jahre. Es liegt damit an der oberen Altersgrenze ähnlicher Studien (1).

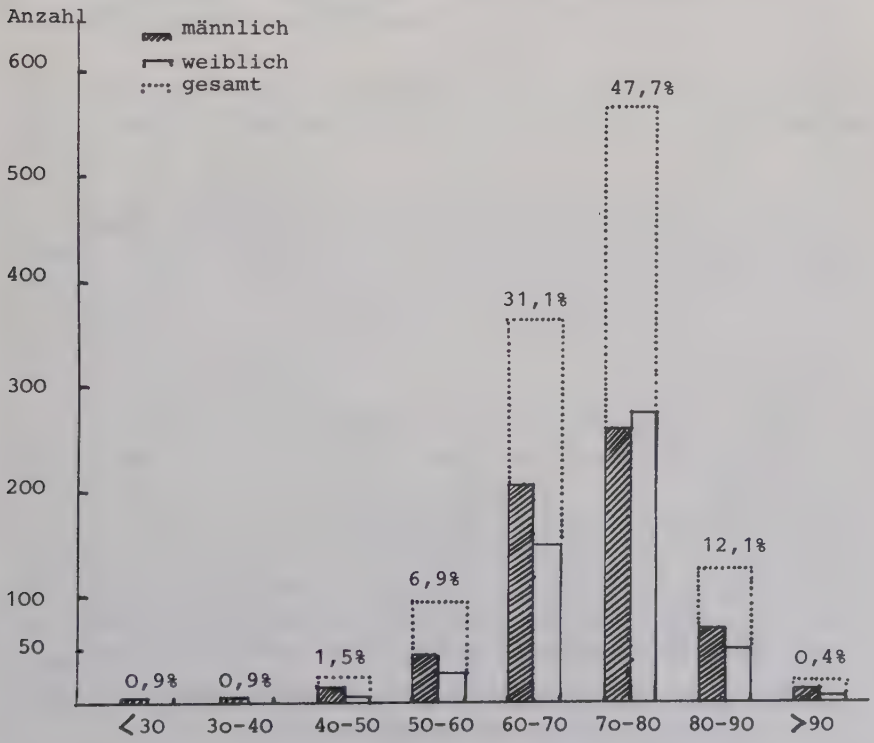


Abb. 1: Alters- und Geschlechtsverteilung von 1143 Patienten zum Zeitpunkt der Erstimplantation

Die Geschlechtsverteilung bei 1143 Erstimplantationen zeigt ein Überwiegen der Implantationshäufigkeit bei Männern (n = 608) gegenüber Frauen (n = 535).

Wie Abb. 2 zeigt, ist die Häufigkeit der Erstimplantationen von 1967 bis 1975 nahezu in Form einer Parabel angestiegen. Das Einpendeln auf etwa gleichbleibender Höhe erklärt sich durch sukzessive Versorgung von Patienten mit Schrittmachern durch umliegende Krankenhäuser,die auch die Kontrolle dieser Patienten ab 1975 übernommen haben.

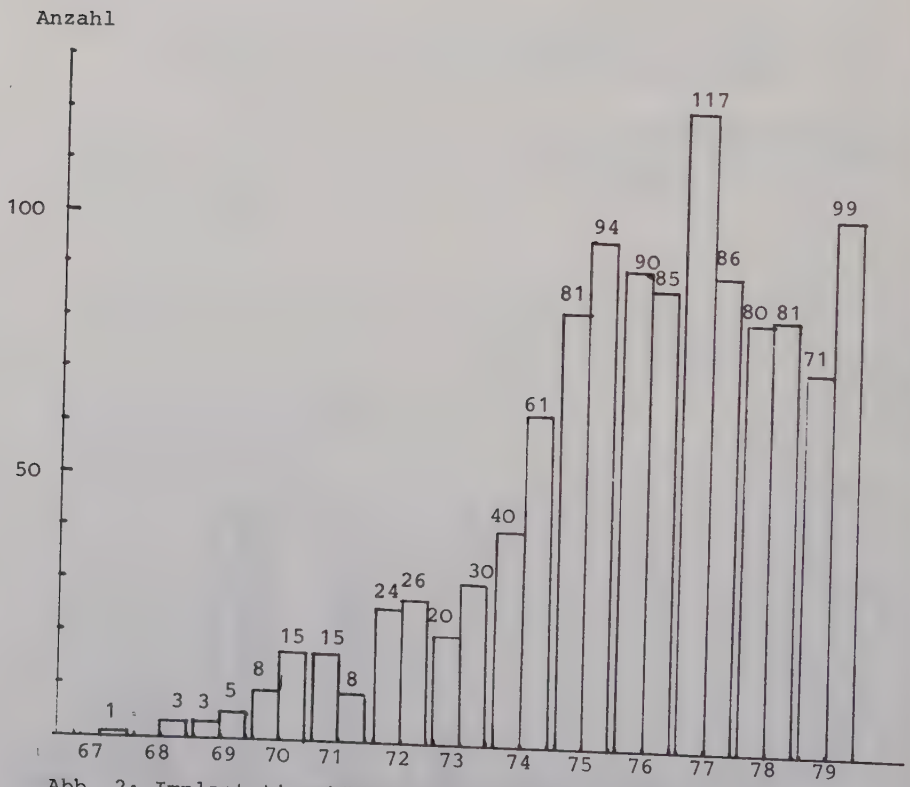


Abb. 2: Implantationshäufigkeit von 1967 bis 1979. Darstellung in Halbjahresschritten.

1.1.4. Operative Eingriffe

Tab. 4 vermittelt einen Überblick über 1930 operative Maßnahmen, die im Beobachtungszeitraum von 1967 bis 1979 im Rahmen der Schrittmachertherapie an der Klinik durchgeführt wurden.

Dabei entfallen 1143 auf die Erstimplantation eines Schrittmachers, 369 auf Generatorwechsel und 418 auf operative Revisionen, das sind bezogen auf die Erstimplantationen 36,5 % und auf Erstimplantationen und Generatorwechsel 27,6 % der Fälle.

Unter die Gruppe "Sonstige" wurden Eingriffe wie Einlagen von Drainagen, Punktionen, Pezzerkatheter, Unterbindungen nachblutender Gefäße sowie Generatorverlagerungen gereiht.

Am häufigsten mußte mit 199 Operationen wegen Elektrodenkorrektur erneut operiert werden, das sind 47,6 % aller Revisionseingriffe.

Bei allen 418 Revisionseingriffen mußten sich Männer (n = 244) deutlich öfter als Frauen (n = 174) einer Nachoperation unterziehen.

1.1.5. Komplikationen

In Tab. 5 sind alle während und nach der Implantation eines Schrittmachers aufgetretenen Komplikationen zusammengestellt.

Nach der Erstimplantation eines Herzschrittmachers muß in 51,0 % mit wenigstens einer Komplikation gerechnet werden, so daß 49 % der Patienten ohne Auftreten einer Komplikation versorgt werden konnten, was im Literaturvergleich einem guten Ergebnis gleichkommt ((1, 38). Bezieht man die Komplikationsquote auf alle operativen Maßnahmen, so erreicht man einen Wert von 30,2 %.

Jahr	Erstimplant.			Generator-wechsel			Elektrodenkorr.			Elektroden-wechsel			Incision			Wechsel zu Myoc.-el.			Sonst.			Gesamt
Geschl.	♂	♀	G×	♂	♀	G×	♂	♀	G×	♂	♀	G×	♂	♀	G×	♂	♀	G×	♂	♀	G×	
1967	1		1				1		1													2
1968	2	1	3	1	1	2		1	1	1		1										7
1969	1	7	8	3	1	4		1	1		1	1										14
1970	9	14	23	1	5	6	6	3	9	2		2				1		1	1	2	3	44
1971	9	14	23	6	6	12	3	1	4		1	1							2	2	4	44
1972	22	28	50	4	6	10	7	2	9	1		1		2	2				1	1	2	74
1973	28	22	50	10	7	17	8	13	21	1	1	2							2	4	6	96
1974	54	47	101	9	16	25	17	12	29		4	4		3	3	6	1	7	6	4	10	179
1975	99	76	175	13	19	32	14	10	24	3	1	4	1	2	3	7	3	10	1	2	3	251
1976	99	76	175	23	16	39	18	17	35	17	5	22		2	2	8	1	9	11	8	19	301
1977	119	84	203	35	25	60	21	14	35	6	1	7	4		4	2	1	3	10	5	15	327
1978	80	81	161	38	30	68	10	11	21	6	4	10	1		1				7	9	16	277
1979	85	85	170	51	43	94	7	2	9	7	8	15	2	5	7				14	5	19	314
	608	535	1143	194	175	369	112	87	199	44	26	70	8	14	22	24	6	30	55	42	97	1930

Tab. 4: Gesamtoperationen, aufgeschlüsselt nach Geschlecht und Jahren.
×Gesamt

Jahr	Gesamt-eingriffe	Elektroden-dislokationen	Elektroden-defekt	Infektionen	Nekrosen (vgl.Tab. 10, S.)	Batterie-ausfälle	Elek. u. Batt.	Musk.-zucken	Andere	Gesamt-kompl.
1967	2	1								1
1968	7	1	1			1				3
1969	14	1	1						1	3
1970	44	9	2	1	1				2	15
1971	44	2	1			3		4	11	21
1972	74	10	1	1		1	2	3	1	19
1973	94	19	2	2			4	3	4	34
1974	179	31	4	1	3	5	12		15	71
1975	250	29	4		2	6	15	6	9	71
1976	303	44	22	1	2	3	18	5	10	105
1977	329	31	7		1	19	9	8	26	101
1978	274	20	10	3	1	13	7	5	11	70
1979	315	13	15	1	1	5	15	6	13	69
	1930	211	70	10	11	56	82	40	103	583

Tab. 5: Komplikationen bei 1930 Eingriffen der Schrittmachertherapie.

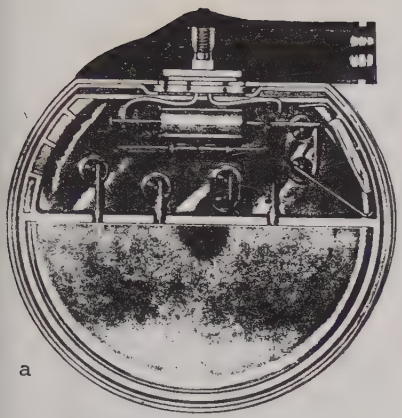
Nach den 211 Elektrodendislokationen nehmen durch die Elektrode bedingte Komplikationen (in 70 Fällen) 12,0 % aller Komplikationen ein, in 82 Fällen (14,o %) waren Komplikationen auf Elektroden- oder Schrittmacherstörungen wie Isolierungsdefekte, Perforationen durch die Haut oder ein Hämatom in der Schrittmachertasche zurückzuführen. Intra- und postoperative Skelettmuskelstimulationen folgen mit 6,8 % (40 Patienten).

In die Gruppe "Andere" verteilen sich Komplikationen wie Pneumothorax, parasystolische Arrhythmie sowie alle übrigen aufgetretenen Komplikationen.

1.1.6. Schrittmachermodelle und Stimulationsdauer

In Tab. 6 sind von den insgesamt 1512 verwendeten Schrittmachern 1263 registrierte Modelle über den Beobachtungszeitraum verteilt. Bis auf 7 Modelle (4 Typen der Firma Teletronic, 2Vitatron, 1 Elema) sind alle verwendeten Generatoren von der Firma Medtronic. Dies hat zu einer Erleichterung der Überwachung, des Systemaustauschs sowie der Abwicklung aller Beschaffungsprobleme mit der Herstellerfirma geführt (vgl. Abb. 3 bis 5).

Eine Übersicht über minimale, maximale sowie durchschnittliche Laufzeiten von Schrittmachern, bei denen ein Austausch wegen Batterieerschöpfung nötig wurde, zeigt Tab. 7. Einer vom Hersteller vorgegebenen durchschnittlichen Laufzeit über alle verwendeten Modelle von 28,2 Monaten steht eine errechnete erreichte mittlere Laufzeit von 31,8 Monaten gegenüber. Die wegen natürlicher Batterieerschöpfung ausgetauschten Pacer arbeiteten somit im Schnitt 3,6 Monate länger als berechnet. Dagegen erreichten von 326 Geräten mit dieser Austauschindikation 25 die gemittelte Laufzeit nicht, das sind 7,6 % der verwendeten Generatoren.



a

Abb. 3:
Beispiel eines Demand-Schrittmachers der Firma Medtronic (a) mit Lithium-Jod-Batterie:
2 Lithium-Anoden-Zellen liegen beidseits der Kathode (b)

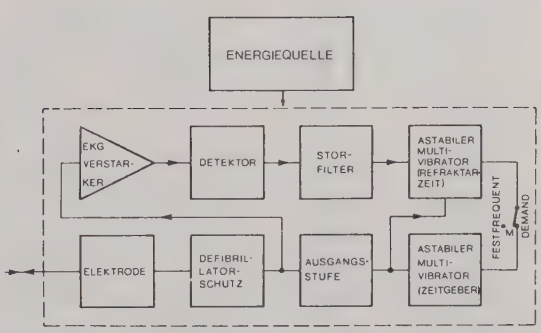
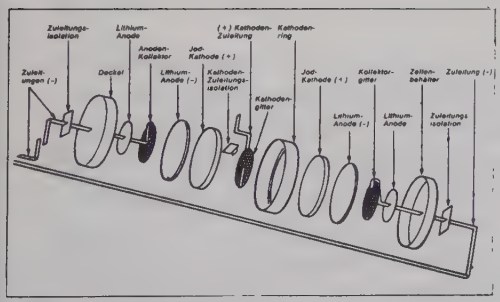


Abb. 4:
Blockschaltbild bei signalinhibiertem Bedarfsschrittmacher:
Der Impuls des Herzens wird über die Elektrode, einen Verstärker und eine Detektionseinheit dem Zeitgeber zugeführt, der dadurch an den Anfang des Stimulationszyklus zurückgestellt wird: "reset" (Demand-Funktion).

Vgl. dazu Regelkreis, Abb. 11, Seite 37

b



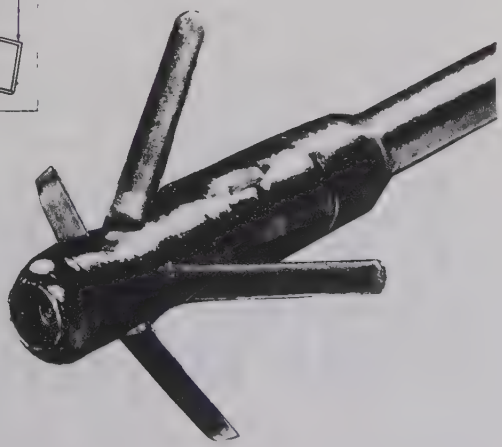


Abb. 5:
Beispiel einer schultertragenden Endokardelektrodenspitze der Firma Medtronic (stark vergrößert).

Schrittmachertyp	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	Gesamtzahl
Medtronic 5843				2	4									6
Medtronic 5862		2	3	10	7	2	1							25
Medtronic 5927							1		1		19	180	94	295
Medtronic 5931						1	9		5					15
Medtronic 5943			1	1	1	17	35	37	83		3	1		179
Medtronic 5945							1	2	1		1			5
Medtronic 5949						3	1	2	22	159	201	1		389
Medtronic 5951									16	23	2	1		42
Medtronic 5955								1			8	5		14
Medtronic 5961						1		42	34					77
Medtronic 5963									5	1	1			7
Medtronic 5972													1	1
Medtronic 5973											9	20	17	46
Medtronic 5983										1			111	112
Medtronic 5989									1				2	3
Medtronic 5990										1				1
Medtronic 5995												8	31	39
Vitatron MIP 150	1						1							2
Teletronic 140 B											4			4
Elema					1									1
														1263

Tab. 6: Verteilung von 1263 verwendeten Schrittmachern im Beobachtungszeitraum.

Schrittmachertyp	Vorgeg. Laufzeit	Durchschn. Laufzeit	Min. Laufzeit	Max. Laufzeit	Anzahl
Medtronic 5843	24	28,4	27,8	29,5	4
5862	18	29,3	0,6	52,9	18
5927	48	21,3	0,03	52,4	5
5931	30	38,8	12,7	63,2	11
5943	24	34,8	1,4	77,3	76
5945	30	45,5	38,5	52,8	3
5949	24	32,5	4,0	77,0	57
5951	36	24,1	0,3	49,8	18
5955	30	38,6	38,6	38,6	1
5961	30	40,7	0,4	62,3	33
Vitatron	24	16,2	15,9	16,4	2
Gesamt (gemittelt)	28,2	31,8	22,0	52,0	326

Tab. 7: Verwendete Schrittmacher und ihre durchschnittliche Laufzeit in Monaten. Die Gesamtzahl enthält auch nichtbenannte Typen.

1.1.7. Letalität, Prognose, Todesursachen

Bei 1930 operativen Maßnahmen (1143 Erstimplantationen, 369 Generatorwechsel, 418 Revisionseingriffe) trat ein (0,05 %) intraoperativer Todesfall bei Erstimplantation wegen nicht beherrschbarem Kammerflimmern auf; bezogen auf die Anzahl der Erstimplantationen ergibt sich ein Wert von 0,08 %.

Im Vergleich zu einem repräsentativen Patientenkollektiv (München, SCHAUDIG (31)) mit 3980 Operationen (Erst- und Wiedereingriffe), bei dem eine intraoperative Letalität von 0,25 % errechnet wurde, zeigt sich ein guter Wert.

Nach einem Jahr sind von den 1143 Patienten, die erstmals einen Schrittmacher erhielten, 93 Patienten verstorben, das sind 8,1 %. Das erste postoperative Jahr hat somit die höchste Absterbequote.

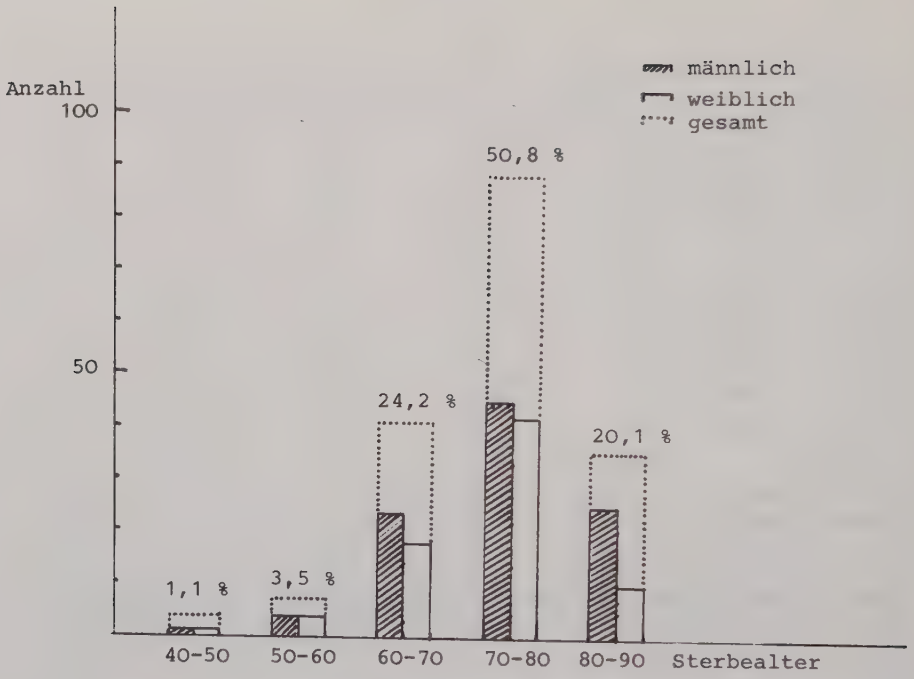


Abb. 6: Altersverteilung von 169 verstorbenen Patienten nach Implantation eines Schrittmachers.

Abb. 6 zeigt die Altersverteilung der nach Schrittmacherimplantation verstorbenen 169 Patienten. Über die Hälfte der Verstorbenen war im 8. Lebensjahrzehnt gestanden (50,8 %), gefolgt von den Patienten des 7. Lebensjahrzehnts (24,2 %) und denen des 9. Dezenium (20,1 %). Die 50- bis 60-jährigen Patienten (3,5 %) sowie die 40- bis 50-jährigen (1,1 %) treten naturgemäß weit zurück.

Bezieht man die Zahl der Verstorbenen auf die Anzahl der Implantationen der entsprechenden Altersgruppe, so liegt hier die Absterbequote mit 24,6 % bei den 80- bis 90-jährigen Patienten am höchsten.

Wie Abb. 7 zeigt, erreichen die Ergebnisse der Schrittmachertherapie damit nahezu die Lebenserwartung der Allgemeinbevölkerung entsprechenden Alters.

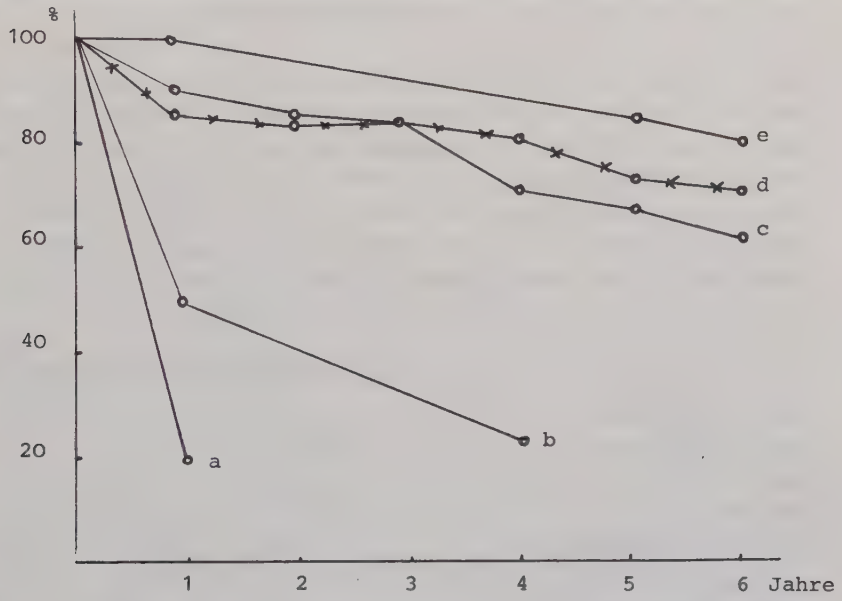


Abb. 7: Vergleich der Lebenserwartung
nach konservativer Therapie:
a - nach ZOLL (40)
b - nach FRIEDBERG (29)
nach Schrittmacherimplantation:
c - nach HAGER, ab 1970 (16)
d - eigene, ab 1970
e - natürliche Überlebensrate (Schweizer Volkssterbetafel (22))

Die Tabelle 8 vermittelt einen Überblick über die Überlebensdauer nach Erstimplantation eines Herzschrittmachers. Die Übersicht enthält allerdings auch den Anteil falsch positiver Patienten, deren Schicksal wegen auswärtiger Weiterbehandlung nicht in jedem Fall der Klinik mitgeteilt worden ist. Jedoch zeigt ein direkter Vergleich mit einem Patientengut von HAGER annähernd gleiche Werte (16): Dabei wird ein Patientenkollektiv untersucht, dessen Erstimplantation seit 1970 erfolgt war. Nach einem Jahr leben noch 91 % der Patienten, nach zwei Jahren noch 87 %, nach drei Jahren noch 84 %, nach vier Jahren 77 %, nach fünf Jahren 74 % und nach sechs Jahren 61 %.

Im eigenen Patientengut lauten die analogen Überlebensquoten 87 %, 86 %, 84 %, 83 %, 79 % sowie 78 % für eine Überlebenszeit von 6 Jahren bei einem Patientenkollektiv mit Erstimplantationen ab 1970 (nach Tabelle 8, subsummiert ab 1970).

Abb. 7 stellt außerdem die Erfolge der konservativen Therapie bei AV-Block III den Langzeitbeobachtungen von HAGER (16) und den eigenen Ergebnissen gegenüber. Es ist klar ersichtlich, daß die Schrittmachertherapie der konservativen Behandlung überlegen ist. Leben nach 1 Jahr konservativer Behandlung noch 50 - 60 %, und nach 5 Jahren noch etwa 25 % der Patienten, so sind nach 1 Jahr Schrittmachertherapie noch etwa 90 % und nach 5 Jahren noch etwa 75 % der Patienten am Leben.

	Anzahl	% der Verstorbenen
Operationsfolge	6	3,5
Schrittmacherversagen	5	2,9
Herzinfarkte	13	7,6
Reinfarkte	3	1,7
Primäres Herzversagen	38	22,4
Unbekannte Ursachen	81	47,9
Andere Ursachen	23	13,6
(Apoplexie	3	
Bronchopneumonie	3	
Lungenembolie	7	
Lungenödem	1	
Magenblutung	3	
Mesenterialinfarkt	1	
Niereninsuffizienz	1	
OP Embolektomie	1	
Ösophagusvarizenblutung	1	
Pancreascarcinom	1	
Verkehrsunfall	1)	

Tab. 9: Todesursachen bei 169 Patienten nach der Implantation eines Herzschrittmachers.

Tab. 9 gibt Aufschluß über die Todesursachen der verstorbenen Patienten des eigenen Krankengutes. 6 Patienten starben an den Folgen der Schrittmacheroperation, das sind 3,5 % der 169 registrierten Todesfälle. 5 (2,9 %) verstarben an dem Versagen des

Implantationsjahr	Anzahl Patienten	>1/2	>1	>2	>3	>4	>5	>6	>7	>8	>9	>10	>11	>12	Jahre %
1967	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
1968	3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	66	66		
1969	8	62	62	62	62	62	62	62	62	62	50	50			
1970	23	78	78	78	78	78	73	69	65	60	52				
1971	23	91	86	86	86	86	82	82	82	82					
1972	50	94	92	90	88	86	84	84	82						
1973	50	90	90	90	88	82	80	80							
1974	101	92	91	85	80	80	79	78							
1975	175	94	92	89	88	87	79								
1976	175	88	85	84	81	83									
1977	203	93	91	89	84										
1978	161	88	85	86											
1979, (1. Halbjahr)	170	95	87												
	1143														

Tab. 8: Überlebensdauer nach Schrittmacherimplantation bei 1143 Erstimplantationen im Zeitraum von 1967 bis 1979. (Angaben in % nach Jahren).

Schrittmachersystems, 16 Patienten (9,4 %) erlagen einem Herzinfarkt. Bei 38 Patienten (22,4 %) trat der Tod wegen primärem Herzversagen ein, was zusammen mit dem Prozentsatz der an Herzinfarkt Verstorbenen 31,8 % als Quote für die Patienten ergibt, die an ihrem kardialen Grundleiden verstarben. Mit 81 Patienten (47,9 %) liegt der Anteil der unbekannten Todesfälle ziemlich hoch. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß viele Patienten ab 1975 durch ihre Heimatkrankenhäuser weiterbehandelt wurden. Daher sind uns nicht in jedem Fall genaue Angaben über die Todesursachen bekanntgeworden. 231 Patienten schließlich (13,6 %) starben an den Folgen unabhängiger Erkrankungen.

Der Vergleich der Todesfälle im eigenen Patientenkollektiv als Folge der Schrittmacheroperation selbst und als Folge von Schrittmacherversagen mit Angaben anderer Autoren (3, 16), die hier Quoten zwischen 6 % bis 8 % bzw. 4 % bis 9 % vorlegen, zeigt die eigenen Ergebnisse an der oberen Grenze, selbst wenn unter der Rubrik "primäres Herzversagen" und "unbekannte Ursachen" noch ein bestimmter Prozentsatz von plötzlichen Schrittmacherausfällen verborgen sein sollte.

1.2. Transvenöse Elektrodenapplikation und ihre intraoperativen Komplikationen

1.2.1. Vena jugularis externa (interna) dextra/sinistra als Zugang

Die äußere Jugularvene kann durch Stauen mit dem Finger dargestellt werden. Ein ausreichender Zugang gelingt durch eine 2 - 3 cm lange, quer über den Gefäßverlauf ziehende Inzision. Bei zu kleinem Lumen, Gefäßthrombose oder Mündung in die Vena subclavia läßt sich der Schnitt bis zum Ansatz des Musculus sternocleidomastoideus verlängern, um die Vena jugularis interna als Zugang zu benützen. Zur Elektrodeneinführung wird das meist bleistiftdicke Gefäß wie bei einer venae sectio proximal und dis-

tal der geplanten Inzision vorsichtig mit zwei Fäden angeschlungen; der proximale Faden wird nach dem Einführen zur Unterbindung der Elektrode verwendet.

1.2.2. Vena cephalica dextra/sinistra als Zugang

Zum Freilegen des Gefäßes legt man im Verlauf des Sulcus deltoideopectoralis eine 6 bis 10 cm lange Hautinzision. Nach Durchtrennen des Subcutangewebes und Freipräparation des Sulcus in etwa 1 cm Breite dienen als Leitstrukturen die unterschiedlichen Muskelverläufe des Musculus pectoralis major und des Musculus deltoideus. Das stricknadeldicke Gefäß wird meist in Begleitung einer kleinen Arterie in der Tiefe des Sulcus deltoideopectoralis dargestellt. Nach doppelter Anschlingung wird die Gefäßinzision in typischer Weise längs- oder querverlaufend zur Einführung der Elektrode vorgenommen (16).

1.2.3. Intrakardiale Applikation der Schrittmacherelektrode

Nach der Venotomie kann das eröffnete Gefäßlumen mit einer Gefäßspreizpinzette aufgedehnt werden. Unter Bildwandlerkontrolle wird die eingeführte Elektrode leicht und ohne Kraftanwendung in die rechte Kammer vorgeschoben. Die Elektrode liegt ideal, wenn die Elektrodenspitze die Ventrikelspitze erreicht, im Durchleuchtungsbild in den Herz-Zwerchfell-Schatten eintaucht und sich bei den Herzaktionen synchron mitbewegt. Sie darf sich trotz forcierter In- und Exspiration und geringen Lageveränderungen des Patienten nicht auffällig bewegen und muß auch nach dem Entfernen des Mandrins stabil bleiben. Diese optimale "anatomische" Elektrodenlage muß durch mehrmalige Reizschwellenmessungen mit dem Ort geringster Reizschwelle koordiniert werden. Diese ist ideal, wenn Werte zwischen 0,4 und 1,2 V gemessen werden. Gleichzeitig wird einer Dislokation oder einem Exit-Block durch Beachtung der R-Amplitudensprünge vorgebeugt, was trotz röntgenologisch richtiger Elektrodenlage und guter Reizschwelle erst durch Werte zwischen 2,1 mV ± 1,0 mV erreicht wird (30).

Abschließend fixiert man die Elektrode an der Eintrittstelle in die Vene mit zwei nicht resorbierbaren Nähten, um das Herausrutschen der Elektrode aus der Vene auszuschließen.

1.2.4. Versenkung des Generators

Nach dieser Kontrolle der Elektrodenlage folgt die Präparation einer Muskelloge zur Aufnahme des Schrittmachergehäuses.Bei Verwendung der Vena cephalica wird der mediale Schnittrand der Elektroden inzision mit einem Roux-Haken angehoben. Dann wird durch stumpfe Präparation eine subpectorale streichholzschachtelgroße Tasche geschaffen (16). Nach Einlegen des Schrittmachergerätes wird die Tasche mit einigen Einzelnähten meist ohne Anlegen einer Drainage adaptiert. Danach wird der für die Elektrode nötige Durchzug von der Halsinzision aus mit einer Kornzange vorsichtig stumpf tunneliert (16).

1.2.5. Intraoperative Komplikationen der transvenösen Methode (Tab. 10)

Vergleich der typischen Komplikationsmöglichkeiten der transvenösen Methode mit den Beobachtungen des eigenen Patientengutes

1.2.5.1. Asystolie

Die Pause nach Stimulation mit erhöhter Frequenz beim Überprüfen der optimalen Elektrodenlage kann eine sofortige Asystolie provozieren.

Im eigenen Patientengut finden sich 7 Fälle solcher intraoperativer Asystolien. Bezogen auf 1143 Erstimplantationen und 369 Generatorwechsel, also Eingriffen mit Unterbrechung der Stimulation, sind dies 0,5 %.

1.2.5.2. Kammerflimmern, Kammerflattern

Diese Komplikationen können in jeder Operationsphase, meist bei längeren Applikationsmanövern der Elektrodenspitze im Bereich des Ventrikelseptums auftreten. Somit wird die Operationsdauer der entscheidende Risikofaktor dieser Komplikation. Im eigenen Patientengut wurden diese Komplikationen bei vier Patienten mit dem (niedrigen!) Durchschnittsalter von 49,7 Jahren dokumentiert. Mit 0,3 %, bezogen auf 1930 Erst- und Wiedereingriffe, liegt die Komplikationshäufigkeit (4 mal Kammerflimmern, 4 mal Kammerflattern) im Vergleich zu anderen Untersuchungen niedrig (31).

1.2.5.3. Herzwandperforation

Die unbeabsichtigte Perforation des rechten Ventrikels als Komplikation der transvenösen Methode verläuft in den meisten Fällen harmlos. Eine thoraxchirurgische Intervention ist nur erforderlich, wenn sich eine Herzbeuteltamponade mitHerzpunktionen nicht beheben läßt. In der Regel genügt jedoch das Zurückziehen und Entfernen der Elektrode, da sich die Perforationsstelle durch die Kontraktilität des Myokards selbst verschließt.

Insgesamt tritt die Perforation der Ventrikelwand nach Literaturangaben in bis zu 2,5 % der Fälle auf (16, 21). Ursächlich sind schwierige Plazierung des Elektrodenkopfes und rigide Elektroden zu nennen. Zunehmende Dauer der Manipulationen bzw. Positionsänderungen sowie stark erweiterter Ventrikel mit abgeflachter oder rarifizierter Trabekulatur erhöhen das Risiko (16).

Im eigenen Patientengut wurde bei 1132 transvenösen Erstimplantationen und 70 Elektrodenwechsel eine Ventrikelperforation dokumentiert.

1.2.5.4. Zucken des Musculus Pectoralis

Muskelkontraktionen durch rhythmische Stimulation quergestreifter Skelettmuskulatur kommen manchmal in der Nachbarschaft von Generator oder Elektrodenspitze vor. Kontraktionen im Schrittmacherbett - meist Musculus pectoralis - basieren aufzu großer Stromdichte des positiven Schrittmacherpols, der direkt auf der Muskulatur lagert. Nach Ausbildung der Schrittmacherpseudokapsel verschwinden diese Zuckungen meist spontan, dennoch neigen wir dazu, die Lage des Generators möglichst schnell zu korrigieren. Bei 7 intraoperativ aufgetretenen Reizungen des Musculus pectoralis mußten 6 operative Revisionen durchgeführt werden, das sind gemessen an 418 Revisionseingriffen 1,4 %.

Jahr	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	Gesamt
Zwerchfellkontraktion					1				3		2		1	7
Pectoraliszucken									1	3	2		1	7
Asystolie				1	1				1	1	1	1	1	7
Atemstillstand										2	2			4
Herzbeutelerguß					1			1						2
Kammerflimmern					1					2		1		4
Kammerflattern									2					2
flottierende/ pendelnde Elektrode								2	3	4	1		1	11
Stimulation erfolglos						1								1
Steckerabriß											1		2	3
														48

Tab. 10: Intraoperative Komplikationen bei transvenöser Elektrodenapplikation bei 1501 Eingriffen (1132 Erstimplantationen, 369 Generatorwechsel).

12.5.5. Zwerchfellkontraktionen

Zwerchfellkontraktionen während oder unmittelbar nach der Implantation entstehen im allgemeinen durch die Nachbarschaft

von Zwerchfell und Elektrode, was zur Reizung des Nervus phrenicus oder des Zwerchfells direkt führt. Im eigenen Krankengut kam es zu 7 Komplikationen dieser Art ohne Perforation der Ventrikelwand. Sie mußten in zwei Fällen operativ behoben werden (0,5 % der Revisionseingriffe).

1.3. Myo-/epikardiale Elektrodenapplikation und ihre intraoperativen Komplikationen

Heute ist das transvenöse Verfahren von allen Schrittmacherzentren als Methode der Wahl akzeptiert. Dennoch können verschiedene Gründe (Versagen oder Unmöglichkeit der transvenösen Stimulation bei mehreren Elektrodendislokationen, primär oder sekundär unvertretbar hohe Reizschwelle sowie im Zusammenhang mit einer Herzoperation) zum myo- oder epikardialen Implantationsverfahren zwingen.

1.3.1. Extrapleurale Perikardiomyotomie nach REED

Diese Modifikation des Verfahrens geht auf SAUERBRUCH, REHN, SWEET u.a. zurück. Die Operation wird in Rückenlage des Patienten bei leichter Unterstützung der linken Thoraxhälfte durchgeführt. Der Hautschnitt zieht vom sternochondralen bis zum costochondralen Gelenk. Das Perichondrium wird über der Rippe in longitudinaler Richtung inzidiert und der Knorpel danach subperichondral in toto exzidiert. Das perichondrale Rippenbett wird längs eröffnet und mit Nähten zurückgehalten. Im medialen Wundwinkel wird dann das präperikardiale Gewebe inzidiert. Wenn die Pleura stumpf beiseitegedrängt ist, kann das Perikard in Verlaufsrichtung des Hautschnitts inzidiert werden. Nach Darstellung des rechten Ventrikels folgt die Implantation der Elektroden in üblicher Technik. Nach Ausleiten der Elektroden in das Schrittmacherbett und Einbringen der Drainage endet der Eingriff mit schichtweisem Wundverschluß (27).

1.3.2. Pericardiotomia inferior transversalis

Bei Rückenlage des Patienten erfolgt der bogenförmige Hautschnitt ein Querfinger unterhalb des Rippenbogens in 15 bis 20 cm Länge bis etwa zur 8. Rippe herabreichend (Abb. 8). Das vordere Blatt der Rectusscheide sowie der Musculus rectus müssen beidseitig eingekerbt werden. Die hinteren Blätter der Rectusscheiden sollen quer inzidiert (DITTRICH 1972) oder vollständig durchschnitten werden, während die medialen Ansätze der Musculi transversi abdominis und die entsprechenden Anteile der Partes sternales des Zwerchfells eingekerbt werden. Nun werden Xiphoid und Sternum angehoben, beide Pleurasäcke stumpf abgeschoben und das Operationsfeld durch Einsetzen zweier Retraktoren nach BEHERENDS vergrößert. Der Herzbeutel kann jetzt mit guter Übersicht quer auf eine Länge von 10 bis 15 cm im Bereich seiner Umschlagfalte zum Zwerchfell hin eröffnet werden. Nach Platzierung der Elektroden und ihrem Durchziehen zur Loge des Schrittmachers verschließt man den Herzbeutel locker mit Einzelknopfnähten. Der Perikardialraum muß nicht drainiert werden, jedoch hat sich die Drainage des Schrittmacherbettes bewährt. Die Wunde wird situationsweise verschlossen (2, 7).

1.3.3. Intraoperative Komplikationen der Methode

Blutungen beim Einbringen des Elektrodenkopfes (Abb. 9) stehen meist durch die Tamponadefunktion des Elektrodenkopfes oder nach Knüpfen der Haltefäden. Größere Blutungen sind mit tiefgreifenden U-Nähten bei Schonung der Koronararterien zu stillen, dabei ist vorübergehende Fingertamponade nützlich.

Kammerflimmern wird durch Elektrodefibrillation und Herzmassage, Asystolie durch Herzmassage allein behandelt.

Im eigenen Patientengut kam es beim Einsetzen einer Myokardelektrode bei einer Patientin mit totalem AV-Block, offenem Foramen ovale und bestehender Koronararterienthrombose zu einer Asystolie,

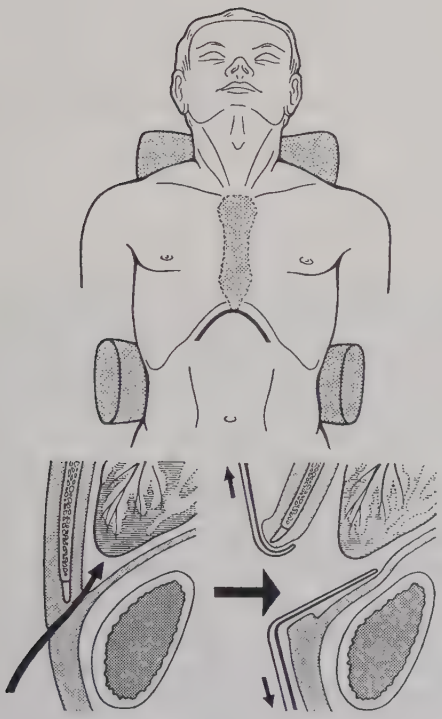


Abb. 8:
Pericardiotomia inferior transversalis. Lagerung des Patienten mit Lendenrolle. Schnittführung im Epigastrium. Der angestrebte operative Zugang (links) wird durch eingesetzten Haken verbessert.

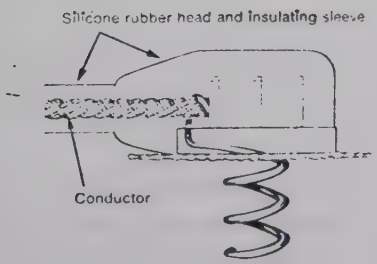


Abb. 9:
Myocardelektrodenspitze (Medtronic)

die nach Herzmassage schwand. Dennoch starb die Patientin am 3. postoperativen Tag an einem Hirninfarkt bei gleichzeitigem Auftreten mehrerer weiterer Thrombosen. Bei einem anderen Patienten mit totalem AV-Block bei Adam-Stokes Anfällen mußte wegen Kammerflimmern viermal defibrilliert werden. Danach folgte die Applikation der Myokardelektrode. 3 Tage nach der Operation starb der Patient wegen einer Gehirnschädigung während des intraoperativen Kammerflimmerns.

1.4. Postoperative Komplikationen

Sie werden aufgeteilt in drei Gruppen: Komplikationen durch Infektion, Nekrosen u.ä., Komplikationen, die auf die Elektrode zurückgehen und Komplikationen durch Störungen des Impulsgebersystems. Komplikationen von transvenösen und myokardialen Elektroden werden gesondert abgehandelt.

1.4.4. Komplikationen durch Infektion, Nekrosen u.ä.

1.4.1.1. Primäre und sekundäre Infektionen, Drucknekrosen

Die Gruppe der Infektionen, Wundheilungsstörungen und Drucknekrosen nehmen in der Literatur die zweite Stelle aller Komplikationen nach Schrittmacherimplantation ein. Die Literaturangaben schwanken im Bereich von 1,5 % bis 13 % (9). Tabelle 11 zeigt die Situation des eigenen Patientenguts bei dieser Gruppe von Komplikationen: 53 Patienten mit Infektionen, Wundheilungsstörungen und Drucknekrosen machen 9 % aller Komplikationen aus. Die Zahl der Infektionen (17 Infektionen) bezogen auf alle 1512 Patienten (1143 Erstimplantationen und 369 Generatorwechsel) ergibt mit 1,1 % und im Vergleich zu allen 1930 operativen Eingriffen mit 0,8 % einen guten Wert.

Da Wundinfektionen nach Generatoraustausch häufiger als nach Erstimplantation auftreten (31), erhöht sich in unserem Krankengut die Infektionsquote in Korrelation zu den 369 Generatorwechseln auf 4,7 %. Von diesen 17 Infektionen mußten 9 operativ

revidiert werden (52,9 %). Als Therapie der Infektionen und Drucknekrosen wird eine Inzision oder Drainage mit Gabe von Lokalantibiotika beschrieben. Wie Literaturangaben zeigen, kann damit ein Teil der Fälle zufriedenstellend behandelt werden (13). Weil dieses Vorgehen eine verlängerte Morbidität, großen personellen, zeitlichen und materiellen Aufwand nach sich ziehen kann, wird in unserer Klinik das infizierte System sofort in toto entfernt und auf der kontralateralen Seite neu implantiert.

1.4.1.2. Wundheilungsstörungen, Sepsis

Im Krankengut finden wir Wundheilungsstörungen als Ergußbildung mit infiziertem Inhalt sowie Granulationsgewebebildung ohne Nachweis einer septischen Reaktion (Serome). Sie wird als Fremdkörperreaktion oder Unverträglichkeitsreaktion auf das Schrittmachermaterial gedeutet. Nachgewiesene Abstoßung eines Schrittmachers wurde im eigenen Patientengut nicht beobachtet. Die Sepsis wurde im Beobachtungszeitraum einmal festgestellt und konnte erfolgreich behandelt werden. Hartnäckige Fistelbildungen wurden in 3 Fällen, 28 Wundheilungsstörungen in 21 Fällen (75 %), 8 Drucknekrosen in 7 Fällen (87,5 %) operativ behandelt. Derartige Komplikationen im Verlauf der Elektrode führen im ungünstigsten Fall zu einer Endokarditis mit Streuung thromboemolischen Materials in andere Organe (19).

1.4.1.3. Muskelstimulationen

Die postoperative Stimulation des Zwerchfells ist für den Patienten besonders nachts durch die Beeinträchtigung der Atmung störend. Diese Komplikation tritt nach endokardialer Stimulation seltener auf als nach myokardialer Reizung (16). Neben direkter Reizung des parietalen Perikards mit Fortleitung zum Zwerchfell ist die häufigere Ursache eine Dislokation der Elektrode.

Postoperative Kontraktionen des Musculus pectoralis major treten entweder als Folge eines Elektrodendefektes auf oder es kommt an der indifferenten Elektrode zu einer Irritation des Muskels.

Jahr	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	Gesamt
Zahl der Schrittmacher	1	5	12	29	35	60	67	126	207	224	263	229	264	1512
I. Infektionen, primär erkannt														
in der Tasche						1	2			1		1		5
im Verlauf der Elektrode									1	1	1	2		5
bei beiden					1							1	1	3
infizierter Erguß der Tasche				1				1				1		3
Sepsis							1							1
II. Wundheilungsstörungen														
Perforation des Schrittmachers durch die Haut						1				1	1			3
Perforation der Elektrode durch die Haut					1							2		3
Elektrodendekubitus								3	1	2	1	2	6	15
Steriler Erguß der Tasche				1		1		2						4
Fistelbildung								1	2					3
III. Drucknekrosen														
über dem Schrittmacher				1				1		1	1	1		5
über der Elektrode								1		1			1	3
														53

Tab. 11: Infektionen, Wundheilungsstörungen, Drucknekrosen bei 1512 Schrittmacherpatienten (1143 Erstimplantationen, 369 Generatorwechsel)

Postoperatives Zwerchfellzucken trat im eigenen Patientengut in 14 Fällen (5 männliche, 9 weibliche Patienten) auf, bei den Männern im Durchschnitt nach einem Monat, bei den Frauen nach 4 Monaten. Diese Komplikation erforderte 12 Revisionseingriffe, das sind 2,9 % aller Revisionseingriffe.

Es kam in 12 Fällen (8 Männer, 4 Frauen) zu postoperativen Kontraktionen des Musculus pectoralis, bei Männern durchschnittlich nach 10 Monaten, bei Frauen 7 Monate nach der Implantation. In 5 Fällen erfolgte eine Reoperation, das sind 1,1 % aller Revisionseingriffe.

Nach 6 Monaten kam es bei einem 75 jährigen Patienten zu Neuralgien im Bereich des rechten Armes, wie sie von SYKOSCH beobachtet wurden (37).

Insgesamt ist der Anteil der Revisionseingriffe (4,0 %) wegen Auftreten von Muskel- bzw. Nervenstimulation (27 Fälle) mit 17 Eingriffen gering.

1.4.1.4. Pulmonale Komplikationen; Pneumothorax

Bei der Thorakotomie wird die Atemfunktion immer in Mitleidenschaft gezogen. Zusätzlich wird bei dem Patientengut die Ausgangssituation durch die altersbedingte Multimorbidität - im Bereich der Atemwege chronische Bronchitiden, Emphysem, Herzinsuffizienz - kompliziert, so daß prophylaktische Vorkehrungen nicht immer eine pulmonale Affektion verhindern können. Durch die Operation kann ein Pneumothorax gesetzt werden. Auch extrapleurale Zugänge für eine Myokardelektrode führen oft zu dieser Komplikation, da trotz subtiler Technik kleinste Pleuraeinrisse verursacht werden können, die gar nicht bemerkt werden. Gegebenenfalls muß eine Punktion oder eine Pezzerkatheter zu ausreichender Lungenausdehnung führen.

Im eigenen Krankengut traten nach Schrittmacherimplantation in 29 Fällen pulmonale Komplikationen auf: 13 mal wurde ein Pneumo-

thorax festgestellt (2 mal unmittelbar nach der Operation), bei 8 Patienten kam es zu einer Bronchopneumonie, bei 7 zu einer Pleuritis mit Pleuraerguß und bei einem Patienten zu einer Bronchitis. Alle pulmonalen Affektionen machen 4,9 % aller Komplikationen aus.

Die 13 Patienten mit Pneumothorax wurden in 6 Fällen mit einem Pezzerkatheter versorgt, 7 mal entfaltete sich die Lunge von selbst. Die entzündlichen Erkrankungen konnten konservativ unter Kontrolle gebracht werden, die 7 Patienten mit Pleuraerguß mußten punktiert werden.

1.4.1.5. Störungen der Schrittmacherfunktion

Störungen eines Schrittmachers können zwar auskultatorisch oder pulsatorisch bemerkt werden, die Objektivierung erfolgt durch EKG und Röntgenuntersuchung.

Als bedeutsamste Störung dieser Art treten parasystolische Arrhythmien auf. Sie entstehen dadurch, daß Schrittmacher fester Frequenz und das Herz als zwei Reizbildner verschiedener Frequenz nebeneinander Impulse abgeben. Nach Literaturangaben zeigen zwischen 20 % und 75 % der Schrittmacherpatienten mit starrfrequenten Geräten Parasystolien. BÜCHNER fand bei 47 plötzlich verstorbenen Schrittmacherträgern in 8 Fällen die Todesursache Kammerflimmern bei Parasystolie (3). Nach PRESTON traten alle bekannten Fälle von Kammerflimmern beim Menschen immer nur bei Verwendung bipolarer Elektroden, nie nach unipolarer Stimulation auf. Damit gilt als sicher, daß eine Auslösung an der Kathode unter Normalbedingung unmöglich ist (26).

Neben Interferenzerscheinungen können ventrikuläre Rhythmusstörungen die eigentlich reguläre Schrittmachertätigkeit unterbrechen. Es handelt sich dabei um Extrasystolen, die als Kombinationssystolen auftreten, wenn neben dem künstlichen Impulsgeber noch ein natürliches Reizzentrum zu einer kombinierten Kammererregung führt.

Komplikationen obiger Genese verteilen sich im eigenen Patientengut folgendermaßen: 13 mal wurden in den Krankenunterlagen parasystolische Arrhythmien dokumentiert. Viermal wurde ein Pulsanstieg festgestellt, einmal ein Pulsabfall. Bei zwei Patienten kam es zu einem Pulsdefizit, vier Patienten zeigten Tachyarrhythmien. Zwei Patienten schließlich äußerten das Gefühl von Herzjagen.

1.4.2. Komplikationen durch die Elektrode

1.4.2.1. Elektrodendislokation

a) bei endokardialer Stimulation

Als orthotope Lage der Sondenspitze bei der endokardialen Stimulation wird das Trabekelwerk der Apex in der rechten Kammer angestrebt. Da bei der unipolaren Stimulation ein direkter Wandkontakt nötig ist, können bereits geringfügige Lageänderungen zu intermittierendem oder vollständigem Stimulationsausfall führen. Neben dieser Mikrodislokation kann es zu einer Ausschwemmung der Elektrodenspitze in die Pulmonalarterie, den rechten Vorhof oder die obere bzw. untere Hohlvene kommen. Bei Dislokation in die letztgenannte Vene wird das im vorigen Abschnitt beschriebene "Zwerchfellzucken" ausgelöst. Außerdem resultiert in diesem Fall oft ein kaum stillbarer Singultus, möglicherweise bei Beteiligung des Nervus recurrens auch Heiserkeit mit Beeinträchtigung der Phonation (16). Zu fehlendem Gewebekontakt kommt es, wenn die Elektrodenspitze innerhalb des rechten Ventrikels frei flottiert oder zwischen Ventrikel und Vorhof bzw. Arteria pulmonalis pendelt.

Vollkommene Dislokation und Pendeln der dislozierten Elektrodenspitze sind fast stets röntgenologisch zu erkennen. Mikrodislokation und Flottieren müssen an partieller Schrittmacherineffektivität sowie wechselnden Intervallen zwischen Impuls und Beginn der Erregungsausbreitung aufgedeckt werden. Neben dilatiertem rechten Ventrikel mit rarefiziertem Trabekelsystem

gelten folgende Faktoren für die Elektrodendislokation als prädisponierend: Geschlecht, Implantationsvene, Beschaffenheit der Elektrodenspitze, Erfahrung des Operateurs, Operationsdauer, intraoperativ gemessene Reizschwelle und R-Zackendifferenz sowie röntgenologisch orthotope Spitzenlage (30, 33).

Es wurde bei 8449 Implantationen eine mittlere Dislokationsrate von 11 % mit einem breiten Streubereich von 0,3 bis 36 % ermittelt (3, 28, 9, 1o, 13, 14). Unter optimalen Bedingungen kann die Dislokationsrate derzeit unter 2 % gesenkt werden (30).

Man unterscheidet zwischen Früh- und Spätdislokation. Frühdislokation bezeichnet die Ablösung der Elektrodenspitze vom endokardialen Nidationsort mit partiellem oder komplettem Ausfall der Schritttmacherfunktion innerhalb der ersten Tage (meist 28 Tage) nach der Implantation. Eine operative Revision ist unumgänglich. Die Frühdislokation steht in sehr enger Korrelation zur Implantationserfahrung des Implanteurs (34). Zwei Drittel aller Dislokationen gehören der Gruppe der Frühdislokationen an (34, eigene). Somit entfallen ein Drittel auf Spätdislokationen, die sich ebenfalls in einer Ablösung der Elektrodenspitze von ihrem ursprünglichen endokardialen Sitz manifestieren. Verschiedene Autoren nehmen bei allen Spätdislokationen eine primäre Fehllage der Elektrode im Sinne einer flottierenden Elektrode an (30).

Die Verteilung der Dislokationshäufigkeit im eigenen Patientengut veranschaulicht Abb. 10. Mit 211 Dislokationen steht diese Komplikation an der Spitze aller nach Implantation eines Schrittmachers aufgetretenen 583 Komplikationen; die Komplikationsquote (Anteil an allen Komplikationen) beträgt 36,1 %. Die Dislokationen werden bis zum 28. postoperativen Tag als früh, danach als spät definiert. Mit 141 Frühdislokationen (66,8 %) und 70 Spätdislokationen (33,2 %) ist das Verhältnis beider Arten fast exakt 2 : 1.

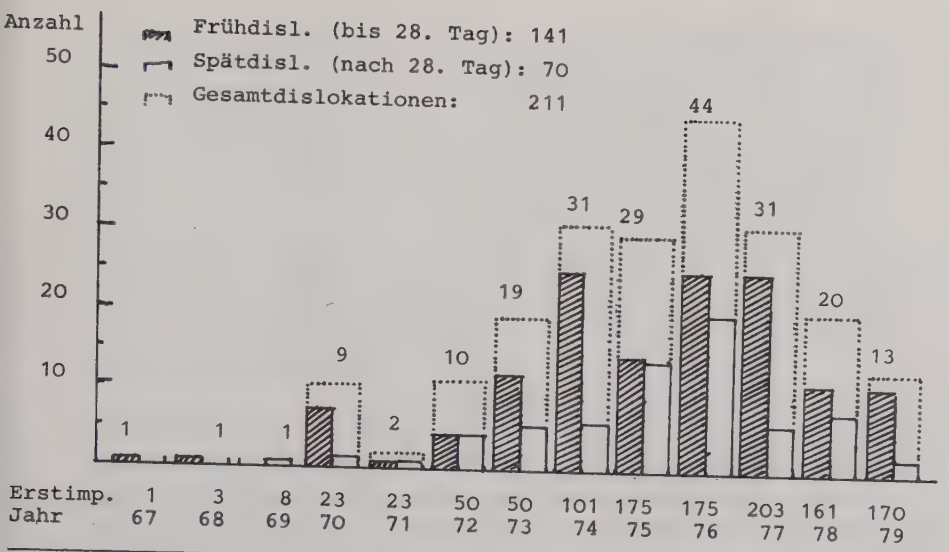


Abb. 10 : Früh- und Spätdislokationen.

Unter den 211 Dislokationen finden sich 8 Fälle einer flottierenden Elektrodenspitze und 3 Fälle mit Elektrodenpendeln. Bei 1132 transvenösen Erstimplantationen ermittelt sich eine Dislokationshäufigkeit von 18,6 %; bezogen auf alle 1202 transvenösen Elektrodenimplantationen verbessert sich der Wert auf 17,5 %. Beide Ergebnisse liegen damit im mittleren Bereich der allgemeinen Literatur.

Eine weitere Aufschlüsselung der Dislokationsergebnisse zeigt mit dem Gebrauch von schultertragenden Elektroden ab 1978 ein Absinken der Dislokationsquote. So betrugen sie 1978 noch 11,6 % und erreichten 1979 mit 7 % den mit dieser Technik heute erreichbaren Idealwert (30).

Die verwendeten Venen sind aus Tabelle 12 ersichtlich.

Verwendete Vene	Anzahl
V. jugularis externa rechts	974
V. jugularis interna rechts	97
V. cephalica rechts	55
V. jugularis externa links	4
V. jugularis interna links	1
V. cephalica links	1
	1132

Tab. 12: Verwendete Venen bei 1132 Erstimplantationen

b) nach myokardialer Stimulation

Ursachen für die Ablösung der Myokardelektrode gehen auf primär fehlerhafte Insertion zurück, aber auch Zugbeanspruchung bei Entfernung von Thoraxdrainangen oder durch Einwachsen von pleuroepikardialen Narbensträngen nach bestehendem Hämoperikard werden angeführt (36 , 16). Möglicherweise können auch bakterielle Entzündungen zu so starken Myokardnarben führen, daß dadurch die Elektroden abgehoben werden (5 , 41).

Bei 41 eingesetzten Myokardelektroden ereigneten sich im eigenen Krankengut zwei Dislokationen, eine nach 3 Tagen, die andere nach 36 Tagen. Mit 4,8 % wird hier die obere Grenze der Literatur erreicht (13, 20 , 23).

1.4.2.2. Elektrodenbrüche, Isolationsdefekte
(vgl. Abb 11, Nr. 3, Seite 37)

Der Elektrodenbruch wird heute bei den optimierten Konstruktions- und Legierungsbedingungen nur noch in 1,5 - 2 % der verwendeten Elektroden aus weitläufig doppelt gewendeltem Draht, isoliert mit Silikongummi, pro Jahr beobachtet. Bei den seit kurzem vorgestellten Elektroden mit Platin- Iridium-Lahnlizendraht mit Urethanisolierung wurde eine klinische Bruchrate von unter 0,1 % über einen Zeitraum von 7 Jahren

festgestellt (35). Als Ursachen gelten neben Materialfehlern vor allem Materialermüdung durch die dauernde mechanische Beanspruchung. Prädilektionsstelle für Elektrodenbrüche können der direkte Austritt der Elektrode aus dem Generator, bei Myokardelektroden die Befestigungsstelle am Myokard, sein (24,25). Die Beanspruchung der Endokardelektrode ist geringer als die einer Myokardelektrode im linken Ventrikel, da die rechte Kammer geringere Bewegungsamplituden aufweist. Zusätzlich bedingt die intramyokardiale Fixierung des Elektrodenkopfes über Nahtmaterial, Verwachsungen, Verspannungen der Elektrode eine zusammengesetzte Mehrbeanspruchung der Elektrode.

Man unterscheidet zwischen einem Bruch des metallischen Leiters und des isolierenden Silikonmantels. Die Unterbrechung der eigentlichen Leiterbahn bewirkt völligen Stimulationsausfall oder partielle Störungen im Stromkreis von Schrittmacher und Elektrode. Als Therapie kommt der unverzügliche Elektrodenwechsel oder die mechanische Adaption der Elektrodenfragmente bzw. die Versiegelung des Isolationsdefektes durch entsprechendes Klebematerial in Betracht.

Die Situation des eigenen Patientenkollektivs zeigt Tab. 13.

1.4.3. Komplikationen durch technische Defekte

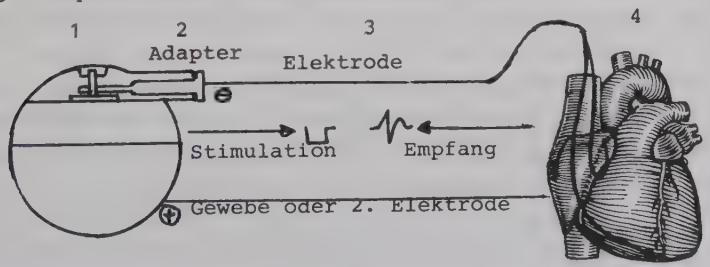


Abb. 11: Regelkreis Herz - Elektrode - Generator;
(nach SCHMITT, 32)
Systemstörungen können auftreten als
1. Generatordefekte: Batterie- oder Elektronikstörung
2. Adaptionsdefekte
3. Elektrodenbedingte Störungen
4. Störung im Bereich des Herzens

(vgl. dazu Abb. 3 und 4, Seite 13)

In den ersten beiden Wochen nach der Implantation eines Schrittmachers gehen Störungen der Impulsübertragung meist zu Lasten von Zuleitungs-, nicht von Generatorschäden. Wenn sich die Elektrodenspitze jedoch im Trabekelsystem stabilisiert hat, treten Elektrodenschäden unter den technischen Komplikationen weit zurück.

1.4.3.1. Reizschwellenänderung - Exit bloc - Entrance bloc (vgl. Abb. 11)

Die Reizschwelle kann sich bei Elektrodenbruch oder -dislokation primär erhöhen, weil die Stromleitung zum Herzen unterbrochen und dem Stromfluß ein höherer Widerstand entgegengesetzt wird. Dazu kommt es durch mangelhafte Verbindung zwischen Generator und Elektrode wegen falscher Montage, vergessener Isolation, nicht eingerasteter Bajonettkupplung und ähnlichem, weil an der Elektrodenspitze nicht mehr die gesamte Impulsspannung erscheint (vgl. Abb. 11, Nr. 2).

Neben den beschriebenen elektrodenbedingten Störungen kommt es häufig zu Störungen durch sekundäre Reizschwellen- bzw. Widerstandserhöhungen bei Narbenbildung in der Gegend des Elektrodenkopfes (Abb. 11, Nr. 4). Man spricht von Exit bloc, wenn Stimulationsimpulse nicht mehr übergeleitet werden, also der Schrittmacher Impulse abgibt, die nicht mit einer Kontraktion des Herzens beantwortet werden (90). Entrance bloc bezeichnet einen Ausfall der Schrittmachersteuerung. Dies ist der Fall, wenn der "Generator Herz" durch unzureichende Energiebereitstellung nicht genügend Steuerenergie liefert oder sich der intrakardiale Widerstand erhöht hat.

Für die angeführten Komplikationen ist der Zeitraum der ersten 14 Tage nach der Implantation entscheidend. Hier zeigt sich, ob der implantierte Schrittmacher mit seiner Ausgangsspannung bzw. seinem Ausgangsstrom in der Lage ist, die Erregung des Herzens lückenlos zu übernehmen.

Verschiedene Autoren geben Häufigkeitswerte für den Exit bloc im Bereich von 1 % und 9 % an (18,12,15). Die Diagnose "Exit bloc" und die Abgrenzung gegenüber anderen Stimulationsausfällen bereitet oft große Schwierigkeiten, da hier die oszillographische Impulsanalyse und auch das Röntgenbild als Diagnostika versagen (18).

Tab. 13 gibt die Situation aller technischen Defekte bei Schrittmachertherapie im eigenen Patientengut wider. Insgesamt ergibt sich mit 135 technischen Defekten ein Anteil von 23,1 % an allen 583 Komplikationen.

Gruppe I (Elektrodenschäden) erreichen mit 12,8 % (75 Komplikationen) aller 583 Komplikationen den größten Wert, gefolgt von den Generatorschäden (Gruppe II) mit 67 Komplikationen (11,4 %) und Gruppe III (iatrogene Schäden) mit 3 Komplikationen (0,5 %).

Die größte Gruppe innerhalb der technischen Defekte bilden die Elektrodenbrüche: Mit 36 Fällen machen sie 26,6 % aus, bezogen auf alle Komplikationen sind das 6,1 %. Diese Komplikation trat bei 41 Myokardelektroden einmal auf (2,4 %); 35 mal brach eine transvenöse Elektrode, was bei 1202 angewandten Elektroden dieser Art 2,9 %, bezogen auf 1132 transvenöse Erstimplantationen, 3,0 % entspricht. Isolierungsdefekte von Elektrode und Schrittmacher ereigneten sich 21 mal.

1.4.3.2. Versagen des Impulsgebers (vgl. Abb. 11, Nr. 1)

Defekte im Sinne einer Komplikation des Reizgenerators und das Versiegen der Energiequelle sind zu trennen. Einzelne Systemanomalien müssen der richtigen Gruppe zugeordnet werden (vgl. Abb. 3 bis 5, S. 13). Frequenzerhöhung kann Indikator für eine bevorstehende Batterieerschöpfung sein, andererseits aber als Schaltungsdefekt oder Schrittmacherrasen einzustufen zu sein. Als eindeutiger Indikator einer Batterieerschöpfung gilt die zu schwache Stimulation (low output).

Jahr	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	Gesamt
Zahl der Schrittmacher	1	5	12	29	35	60	67	126	207	224	263	229	264	1512
I. Elektrodenschäden														
Elektrodenbruch					1		1	1		9	6	7	11	36
Isolierungsdefekt des Schrittmachers										2	1	1	1	5
Isolierungsdefekt der Elektrode								1	1	5	2	3	4	16
"Distraktion" der Elektrode													1	1
Elektrodeneinriß								1			1		1	3
Elektrode leitet nicht			1				1			2				4
II. Generatorschäden														
Impulse fehlen					1			3	1	4	2	1	2	14
Frequenzabfall ungeklärter Ursache												1		1
Demandstörung ungeklärter Ursache								2		1	2	2	2	9
tot. Generatordefekt									1	2		4	1	9
vorzeitige Batterieerschöpfung		1			2	1		2	5	1	10	8	3	33
Schrittmacherrasen												1		1
III. Iatrogene Schäden														
intraoperativer Steckerabriß											1		2	3
														135

Tab. 13: Technische Defekte bei Schrittmachertherapie

Zweifelsfreie Komplikationen der Schrittmacherbatterie oder Schrittmacherelektronik (vgl. Abb. 3 bis 5, S. 13) sind: Totaler Stimulationsausfall (no output), Impulsverkleinerung, zu hohe oder zu niedrige Strombegrenzung, Steuerungsausfälle oder Empfindlichkeitsanstiege sowie Gehäusedefekte. Außerdem können Empfangsstörungen des QRS-Signals auftreten. Ursachen liegen in einer zu geringen Amplitude des QRS-Signals, in einer Funktionsstörung des Schrittmachers oder einer Mikrodislokation der Elektrode begründet (16). Muskelpotentiale wegen Isolierungsdefekten der Elektrode oder Adapterdefekte sind weitere Störmöglichkeiten der Demandfunktion. Allgemein sind solche Erscheinungen häufig objektivierbar, nur selten aber kommt es zu subjektivem zerebralem Schwindelgefühl.

Tabelle 14 zeigt eine Aufschlüsselung der Generatorwechsel. Bei 1512 (1143 Erstimplantationen, 369 Generatorwechsel) verwendeten Geräten wurden 369 Wechsel vorgenommen. Vorzeitige Batterieerschöpfung erfolgte 33 mal, das sind 2,1 % aller implantierten Geräte; zusammen mit den Generatordefekten wegen Demandstörung oder totalem Generatorausfall stieg der Anteil auf 56, was3,7 % aller Generatoren ausmacht. 255 mal wurde die Austauschindikation wegen Batterieerschöpfung nach erreichter vorgegebener Laufzeit gestellt, das sind 69,1 % aller Wechsel. Unter der Gruppe "Sonstige" verbergen sich Wechsel wegen Schrittmacherwanderung, Schrittmacherrotation, Gehäuseverlagerungen, Gehäusedefekten sowie Steuerungsstörungen.

1.4.3.3. Einfluß elektrischer Energie

Elektrische oder elektromagnetische Einflüsse extrakorporaler Herkunft hatten früher als Störquelle der Schrittmacherfunktion große Bedeutung. Es wurde wiederholt über schwere Zwischenfälle kasuistisch berichtet (6, 8, 17, 33). Sie beeinträchtigen die Schrittmacherelektronik zum einen durch direkte Einwirkung auf den Generator als galvanischer Strom (4). Zum anderen werden Impulse, die in ihrer Frequenz und ihrem Frequenzinhalt endokardialen Signalen ähneln, vom Detektor der Elektrode wie von

Jahr	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	Gesamt
Zahl der Generatorwechsel		2	4	6	12	10	17	25	32	39	60	68	94	369
Batterieermüdung				4	4	7	15	14	24	21	33	50	83	255
vorzeitige Batterie-ermüdung		1			2	1		2	5	1	10	1	3	33
Generatordefekt					1			3	1	2	9	5	2	23
Isolationsdefekt					1					2	1	1	1	6
Muskelzucken								1	2	3	1			7
Parasystolie					1	1		2						4
Elektrodendefekt										4				4
Sonstige		1	4	2	3	1	2	3		6	6	4	5	37

Tab. 14: Ursachen von 369 Generatorwechseln

einer Antenne aufgenommen und als vermeintliches physiologisches Nutzsignal an den Generator weitergeleitet, wo sie entweder einen Impuls auslösen (Standby-System) oder unterdrücken (Demand-System). Bei Radargeräten, Zündgeräten und Elektrokauterisation ist Vorsicht geboten: Trotz physiologischer Stimulationsfrequenz bei möglicherweise gleichzeitig bestehender Hypoxie oder Elektrolytverschiebung durch Herzeigenaktionen können rhythmologische Komplikationen eintreten (21).

Bei der laufenden Betreuung des eigenen Patientenguts in der Schrittmachersprechstunde ist kein Fall einer derartigen Komplikation aus dem Bereich des täglichen Lebens bekannt geworden.

2. Zusammenfassung

Die vorliegende Untersuchung zeigt die Fortschritte bei Herzschrittmacherimplantationen in den letzten 13 Jahren. Beim Vergleich aller Komplikationen mit den Ergebnissen anderer Veröffentlichungen ist außerdem zu zeigen versucht worden, daß mit den angewandten Methoden der Chirurgie die heute möglichen Idealwerte nahezu erreicht worden sind: die intraoperative Letalität war kleiner 1 %, die durchschnittliche Dislokationsquote als häufigste Komplikation betrug 17,5 % (1979 bei 7 %), 12 % der Komplikationen waren Elektrodendefekte, 14 % Elektroden- und Batteriestörungen, 6,8 % intra- und postoperative Skelettmuskelstimulationen. Die durchschnittliche Lebenserwartung konnte somit fast bis zur natürlichen Überlebensrate angehoben werden. Die verbleibende Diskrepanz zur statistischen Lebenserwartung Gesunder geht auf die fortbestehende Grunderkrankung zurück, die durch die Schrittmachertherapie nicht beeinflußt werden kann. Indes ist die durch Implantation eines Schrittmachers erzielte Verbesserung der Lebensqualität gegenüber konservativer Therapie statistisch kaum qualifizierbar.

Literaturverzeichnis

1. Anschütz, F. Adler, C.P.:
Komplikationen bei Schrittmacherimplantationen.
diagnostik 12: 256 (1979)

2. Beherends, W., Bruck, A., Fürnrohr, H., Mahringer,W.:
Implantation vorhofgesteuerter Schrittmacher ohne Thorakotomie an der Herzbasis.
Zeitschrift f. Kreisl.-Forschg. 54, 934 (1965)

3. Büchner, Ch., Drägert, W.:
Schrittmachertherapie des Herzens.
Mannheimer Morgen 1973

4. Blaser, R., Dittrich, H., Kirsch, U., Schaldach, M.:
Elektromagnetische Felder als Gefahrenquelle für Schrittmacherpatienten. Dtsch. med. Wschr. 97, 559 (1972)

5. Bluestone, R., Harris, A., Davis, G.:
Actercare of artificially paced patients.
Brit. Med. J. 5450, 1589 (1965)

6. Carleton, R.A., Sessions, R.W., Graettinger, J.S.:
Environmental incluence on implantable cardiac pacemakers.
J.A.M.A. 190, 160 (1964)

7. Dittrich, H.:
Die Pericardiotomia inferior transversalis.
Chir. praxis 13, 563 (1969)

8. Dittrich, H.:
Die Beeinflussung synchronisierter Schrittmacher durch elektrische und impulsförmige hohe Magnetfelder.
Thoraxchir. 17, 547 (1969)

9. Dressler, L., Bohm, J.:
Elektrodendislokation bei endokardialer Pacemaker-Stimulation.
Dtsch. Gesundh.-Wes. 27, 1896 (1972)

10. Dressler, L., Witte, J., Bohm, J.:
10 jährige Erfahrungen und Ergebnisse in der Therapie mit künstlichen Herzschrittmachern.
Dtsch. Gesund.-Wes. 28, 1689 (1973)

11. Furman, S., Escher, D.J.W., Schwedel, J.B., Solomon, N., Rubinstein, B.:
Implanted cardiac pacemakers: motion factors producing lead breaks
Amer. J. Surg. 109, 743 (1965)

12. Grögler, F.M.:
Das Verhalten der elektrischen Reizschwelle bei chronischer Herzstimulation.
Pacemaker-Digest (Lehmann-Vitatron) Nr. 1, 1974

13. Grögler, F.M., Frank, G., Greven, G., Dragogevic, D., Oehlert, H., Leitz, K., Dalichau, H., Brinke., U., Löhlein, D., Rogge, D., Hetzer, R., Hennersdorf, G., Borst, H.G.: Complications of permanent transveneous cardiac pacing. J. thoracic cardiovasc. Surg. 69, 895 (1975)

14. Gschnitzer, F.: Dislokationen endokardialer Schrittmacherelektroden. Thoraxchirurgie 20, 467 (1972)

15. Hager, W.: Die Elektrotherapie der Rhythmusstörungen des Herzens. Arch. f. Kreislaufforsch. 59, 35 (1969)

16. Hager, W., Seling, A.: Praxis der Schrittmachertherapie. Schattauer Verlag, Stuttgart-New York 1978

17. King, G.R., Hamburger, A.C., Parsa, F., Heller, S.J. Carleton, R.A.: Effect of microwave oven on implanted cardiac pacemakers. J.A.M.A. 212, 1213 (1970)

18. Koch, R. und Winter, R.: Reizschwellenerhöhung als Komplikation der Schrittmacherbehandlung. Med. Welt (NF) 25, 156 (1974)

19. Köhler, F., Schmitt, C.G.: Über einige seltene Komplikationen durch transvenöse Herzschrittmacher-Elektroden. Morphologische und klinische Befunde. Z. Kardiol. 66, 44 (1977)

20. Lüttgens, B.: Die Behandlung des AV-Blocks mit Herzschrittmachern; Systeme, Methodik und Ergebnisse. München, Med. Dissertation 1971

21. Michel, D.: Störungen bei Schrittmacherbehandlung. Fortschr. d. Med. 91, 941 (1973)

22. Nager, F.: Erfahrungen und Fortschritte in der Schrittmacher-Behandlung. Med. Welt (NF) 24, 1073 (1973)

23. Nordeck, E., Buckesfeld, R., Kirchhoff, P.G., Neubauer, J.: Elektrodenbedingte Komplikationen bei Herzschrittmachertherapie. Dtsch. Med. Wschr. 100, 1282 (1975)

24. Parsonnet, V.: Complications of pacemaker therapy for the heart block. Am. J. Card. 17, 440 (1966)

25. Parsonnet, V., Zucker, I.R., Gilbert, L., Myers, G.H.: Clinical use of an implantable standby pacemaker. J.A.M.A. 196, 784 (1966)

26. Preston, T.A.:
Anodal stimulation as a cause of pacemaker-induced ventricular fibrillation.
Am. Heart J. 86, 366 (1973)

27. Reed, G.E., Cortes, L.E., Clauss, R.H., Reppert, E.H.:
A new technique for pacemaker implantation: Extrapleural, intramyocardial.
J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 57, 507 (1969)

28. Rettig, G., Schieffer, H., Docnecke, R., Plöthner, R. Drews, H., Bette, L.:
Langzeitprognose bei Schrittmacherpatienten.
Herz/Kreisl. 7, 497 (1975)

29. Rosenkranz, K.A.:
Ergebnisse der oralen Therapie mit Neo-Gilurythmal.
Therapiewoche 23, 2908 (1973)

30. Sabin, G., Schnieder, B., Neuhausen, P., Berkmen, R.:
Verringerung der Dislokation transvenöser Schrittmacherelektrode durch Berücksichtigung der intrakardialen EKG-Potentiale.
Dtsch. med. Wschr. 103, 1012 (1978)

31. Schaudig, A., Zimmermann, M., Thurmayr, R., Beyer, J.:
Komplikationen der Schrittmachertherapie.
Internist (Berlin) 18, 25 (1977)

32. Schmitt, C.G.:
Meßtechnik bei der Schrittmacherimplantation.
Zeitschrift f. Allgemeinmed. 1, 43 (1979)

33. Schwingshackl, H., Amor, H.:
Störeinflüße von niederfrequenten Wechselströmen auf asynchrone und gesteuerte elektrische Schrittmachersysteme bei Einsatz von Elektrochirurgiegeräten.
Schweiz. med. Wschr. 101, 46 (1971)

34. Sprenger, K.:
Ursachen der Elektrodendislokation bei der transvenösen Schrittmacherimplantation.
Dtsch. med. Wschr. 101, 537 (1976)

35. Stokes, K., Cobian, K., Lathrop, T.:
Polyurethan-Isolierung, konstruktive Möglichkeiten zur Verkleinerung von Schrittmacherelektroden. Proceedings of the VI World Symposium on Cardiac Pacing.
Montreal 1979

36. Sunder-Plassmann,P., Portheine, H., Menges, G.:
Künstliche Schrittmacher des Herzens zur Behandlung von Adams-Stokes-Anfällen.
Med. Klin. 58, 581 (1963)

37. Sykosch, H.J.:
Special problems in cardiac stimulation.
Geriatrics 24, 78 (1969)

38. Thormann, I., Paeprer, H., Becker, E., Nasseri, M.:
Verlaufsbeobachtungen an Patienten mit Devices-Schrittmachern.
Herz/Kreisl. 9, 741 (1977)

39. Zoll, P.M.:
Resuscitation of the heart in ventricular standstill by external electric stimulation.
New Engl. J. Med. 247, 768 (1952)

4o. Zoll, P.M.:
Historical development of cardiac pacemaker Progr.
Cardiovasc. Dis. 14, 42 (1972)

41. Zoll, P.M., Frank, H.A., Linenthal, A.J.:
Implantable cardiac pacemakers.
Ann. N.Y. Acad. Sci. 111, 1068 (1964)

Lebenslauf

Ich wurde am 23. März 1951 als Sohn des graduierten Ingenieurs Alfred Teuber und seiner Frau Maria, geb. Harlacher, in Lauingen/Donau geboren.

Nach sechsjährigem Besuch der Volksschule am Geburtsort trat ich an das Humanistische Gymnasium bei St. Stephan in Augsburg über und erhielt dort am 23. Juni 1972 das Reifezeugnis.

Ab Wintersemester 72/73 bis Sommersemester 74 studierte ich an der Universität München Chemie und Physik. Von 1976 bis 1977 leistete ich beim Bayerischen Roten Kreuz ein Freiwilliges Soziales Jahr ab; danach war ich bis zum Frühjahr 1978 als Krankenpflegehelfer im OP der Chirurgischen Kliniken des Krankenhauszweckverbandes Augsburg tätig.

Das Medizinstudium begann ich an der Universität München zum Sommersemester 1978; die Ärztliche Vorprüfung folgte im März 1979, der Erste Abschnitt der Ärztlichen Prüfung im März 1980, der Zweite Abschnitt im März 1982, der Dritte Abschnitt im Mai 1983.